

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THÈSE

N^o 93

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Jeanne CLEMENTI

Née le 29 janvier 1906, à Paris
Ex-Interne de l'Hôpital de Versailles
Interne de l'Hôpital Sadiki (Tunis)

SUR QUELQUES EFFETS
PHYSIO-PATHOLOGIQUES

DE LA

NAVIGATION AÉRIENNE

DÉDUCTIONS PRATIQUES

Président : M. GUILLAIN, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1935

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Jeanne CLEMENTI

Née le 29 janvier 1906, à Paris
Ex-Interne de l'Hôpital de Versailles
Interne de l'Hôpital Sadiki (Tunis)

SUR QUELQUES EFFETS
PHYSIO-PATHOLOGIQUES

DE LA

NAVIGATION AÉRIENNE

DÉDUCTIONS PRATIQUES

Président : M. GUILLAIN, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1935

DOYEN... G. ROUSSY

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIÈRE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	R. DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	LOEPER.
Hygiène et médecine préventive	FANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice VILLARET.
Clinique médicale	BEZANÇON.
	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION.
	BRINDEAU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	PROUST.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGEANT.
Clinique de la tuberculose	N.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

BÉNARD (H.) .. Pathologie médicale.
BERNARD (E.).. Pathologie médicale.
BOULIN Pathologie médicale.
BULLIARD Histologie.
CATHALA Pathologie médicale.
CHEVALLIER .. Pathologie médicale.
DOGNON Physique.
FEY Urologie.
GALLIARD Parasitologie.
GASTINEL Bactériologie.
DE GAUDART D'ALLAINES.. Pathologie
 chirurgicale.
GAYET Physiologie.
GIROUD Histologie.
HAGUENAU ... Pathologie médicale.
HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
HAZARD Pharmacologie.
HUGUENIN Anatomie pathologique.
JOANNON Hygiène.
LABBÉ (Henri).. Chimie biologique.
LACOMME Obstétrique.

MM.

LANTUEJOUL .. Obstétrique.
LAROCHE (G.).. Pathologie médicale.
LEMAIRE Pathologie expérimentale.
LEVEUF Pathologie chirurgicale.
M^{lle} J. LÉVY ... Pharmacologie.
LÉVY-VALENSI. Neurologie et Psychiâtrie.
MOREAU Pathologie médicale.
MOULONGUET.. Pathologie chirurgicale.
MOUQUIN Pathologie médicale.
OBERLING Anatomie pathologique.
PETIT-DUTAILLIS. Pathologie chirurgicale.
PIÉDELIEVRE .. Médecine légale.
PORTES Obstétrique.
RICHET Physiologie.
SANNIÉ Chimie biologique.
SÈNEQUE Pathologie chirurgicale.
TROISIÈRE Pathologie expérimentale.
TURPIN Pathologie médicale.
VIGNES Obstétrique.
WILMOTH Pathologie chirurgicale

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

POUR LE SERVICE DES EXAMENS

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
BUSQUET Pharmacologie.
CHAILLEY-BERT. Physiologie.

MM.

LEROUX Anatomie pathologique
NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.
ZIMMERN Physique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ABRAMI.	Clinique médicale.	BASSET.	Clinique chirurgicale.
ALAJOUANINE.		BROCQ.	
AUBERTIN.		CADENAT.	
BRULÉ.		GATELLIER.	
CHABROL.		HEITZ-BOYER.	
CHIRAY.		MOCQUOT.	
DONZELOT.		MOURE.	
DUVOIR.		QUÉNU.	
HARVIER.		SCHWARTZ.	
LIAN.		VELTER.	
VALLERY-RADOT (Pasteur).			
SÉZARY.			
MM.	Clinique obstétricale.		
ÉCALLE			
GUÉNIOT.			
LE LORIER.			
LÉVY-SOLAL.			
METZGER.			

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé ...	Éducation physique.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PÈRE (*in memoriam*)

A MA MÈRE

*En témoignage de profonde affection et
de très grande reconnaissance.*

A TOUTE MA FAMILLE

A MME V^{re} M. MARIANI

*Je lui exprime mon affectueuse reconnaissance pour l'intérêt avec lequel elle
m'a toujours suivie et conseillée.*

A TOUS MES AMIS

A M. LE PROFESSEUR GUILLAIN

Officier de la Légion d'honneur
Professeur de clinique des maladies nerveuses
à la Faculté de Médecine de Paris
Médecin de l'Hôpital de la Pitié

*En témoignage de notre respect et de
notre vive gratitude pour l'honneur qu'il
nous a fait en acceptant la présidence de
cette thèse.*

A M. LE PROFESSEUR CHARLES RICHEL FILS

*Qui voulut bien nous aider de ses judi-
cieux conseils dans l'élaboration de cette
thèse et aux travaux duquel nous devons
beaucoup. En témoignage de respectueuse
gratitude pour le bienveillant intérêt qu'il
nous a témoigné.*

A NOS MAÎTRES DES HÔPITAUX DE PARIS

M. LE PROFESSEUR WIDAL (*in memoriam*)

M. LE PROFESSEUR HARTMANN

M. LE PROFESSEUR LARDENNOIS

M. LE DOCTEUR LESNÉ

Médecin des Hôpitaux

*En témoignage de notre respectueuse
reconnaissance pour la bienveillance qu'il
nous a toujours témoignée.*

Internat de Versailles :

A M. LE DOCTEUR LUTEMBACHER

Ancien chef de Clinique de la Faculté de Paris
Chef du service de Cardiologie de l'Hôpital de Versailles

*Qu'il veuille trouver ici l'assurance de
notre respectueuse gratitude pour l'ensei-
gnement et le haut exemple qu'il a bien
voulu nous dispenser généreusement pen-
dant de nombreux mois.*

A M. LE DOCTEUR REMILLY

Médecin de l'Hôpital de Versailles

Souvenir reconnaissant.

A M. LE DOCTEUR GAUTIER

Médecin de l'Hôpital de Versailles

En gage de ma respectueuse gratitude.

Internat de Tunis :

A M. LE DOCTEUR BRUN

Chirurgien-chef et directeur de l'Hôpital Sadiki
Correspondant national de la Société de Chirurgie de Paris
Officier de la Légion d'honneur

*En témoignage de notre respectueuse
gratitude pour la bienveillance avec laquelle
il nous a toujours accueilli dans son ser-
vice et nous facilita une acclimatation
d'abord difficile à l'Hôpital Sadiki.*

SUR QUELQUES EFFETS
PHYSIO - PATHOLOGIQUES
DE LA NAVIGATION AÉRIENNE

DÉDUCTIONS PRATIQUES

Avant-propos.

Par les performances remarquables qu'elle a vu se réaliser, l'année 1934 se signale d'une manière toute spéciale dans les annales de l'Aéronautique. Succèsivement ont été battus les records d'altitude et de vitesse, suivis de la réalisation d'une rapide liaison Londres-Melbourne, mettant une grande capitale européenne à quelques dizaines d'heures des Antipodes. Quoique disparates ces faits ont avantageusement servi la cause de la navigation aérienne de l'avenir, appelée à s'exercer sur des distances de plus en plus grandes, à des vitesses et des altitudes de plus en plus élevées.

Dans le domaine national nous avons assisté à de nombreuses traversées de l'Atlantique par des appareils français rapprochant chaque semaine davantage notre pays des républiques latines de l'Amérique du Sud. Par la même occasion est ouverte la voie à une jonction sur une échelle plus importante de la métro-

pole et de nos colonies d'Afrique et même d'Indo-Chine.

Nous même ayant depuis une dizaine d'années déjà pratiqué assez couramment l'aviation de tourisme avons été à même d'apprécier l'agrément de ces communications rapides et grâce à des engins qui nous ont toujours enthousiasmée. A côté des perfectionnements mécaniques activement poussés et dont on peut tout espérer, prend place celui des qualités des pilotes, qualités physiologiques s'entend. A ce perfectionnement est lié le développement de la science médicale aéronautique, qu'elle s'applique aux pilotes ou aux passagers. Ces derniers d'ailleurs supportant plus mal les malaises dûs à la navigation aérienne du fait de leur inhabitude de cette navigation peuvent de ce fait hésiter à employer fréquemment ce moyen de transport cependant si pratique. Et tandis que chaque jour de nouveaux efforts sont faits pour resserrer les liens de la métropole et des coloniaux, c'est à nous médecins qu'il incombe de travailler à rendre plus faciles des relations rapides entre des contrées lointaines en prévenant autant que possible les malaises des passagers. C'est pourquoi il nous a paru intéressant d'exposer dans cette thèse « quelques considérations sur les effets physiopathologiques de la navigation aérienne » et d'en tirer des déductions pratiques.

Introduction.

Les acquisitions de la science médicale aéronautique s'accroissent tous les jours. Elles sont le fruit de travaux poursuivis dans tous les pays, dans des centres civils et militaires. Née des premières recherches de précurseurs tels que Paul Bert, Mosso, cette science voit grandir le nombre des chercheurs qui s'adonnent à elle, le nombre de leurs laboratoires comme celui des publications où paraissent les résultats obtenus. Citons à Paris le Centre d'études du Bourget, dirigé par Garsaux ; à Bordeaux celui, de Cruchet ; à l'étranger ces centres sont souvent dépendants de l'Autorité militaire ; tel celui du Royal Air Force. Citons encore les centres de Varsovie (Dybowski), de Florence, celui-ci complété par la création récente auprès du ministère de l'air italien d'un « Comité central pour les études sanitaires aéronautiques ». (l'exposition aéronautique de Milan a consacré sous le titre « psychofisiologio » une salle avec exposé d'appareils servant à l'examen psycho-physiologique des aviateurs, et de fascicules de la Revue spécialisée où pouvaient être consultés les travaux des médecins de l'air : Accorinte, Acqua, Casella, etc...). Le der-

nier né de ces centres semble être l'Institut de Médecine aéronautique et de Recherches climatiques de l'Hôpital Eppendorf de Hambourg, qui possède une chambre à dépression, des laboratoires modèles, et dont la revue *Acta acio physiologica*, fondée en 1933, possède des correspondants dans les principaux pays. Le *Journal of Aviation Medecine of Ballimore*, organe de « l'Aero-Medical Association » des Etats-Unis est de même exclusivement consacré comme son nom l'indique à la médecine aéronautique.

Eloignée de la capitale par nos fonctions à l'hôpital Sadiki de Tunis, nous n'avons pu suivre, comme nous l'aurions désiré, les travaux qui s'y poursuivent dans le domaine qui nous intéresse ; nous nous contenterons d'envisager dans cette étude différents points de questions pourtant distinctes actuellement. Le titre de cette étude précise que nous ne considérons pas exclusivement ou bien les phénomènes observés en avion par gros temps, parfois à faible altitude, appelés par certains « mal de l'air » et comparables plus ou moins suivant les auteurs au mal de mer ; ou bien encore le mal des aviateurs, dénomination donnée par Cruchet et Moulinier, au cours de leurs premiers travaux, aux phénomènes qui relèvent de la variation brusque de la pression atmosphérique, donnée encore par Ferry au syndrome constaté chez les aviateurs surmenés, mal enfin par lequel Beyne, médecin-colonel de l'armée, déclare entendre « l'en-
« semble des troubles provoqués chez l'aviateur par
« les conditions de vie en altitude que lui impose le

« vol en avion, que ces troubles soient immédiats et « passagers, ou tardifs et chroniques ».

Puisque passagers et pilotes voyagent actuellement les uns près des autres dans les mêmes conditions mécaniques et atmosphériques (1), qu'il nous soit permis de placer côte à côte dans cette étude des questions étudiées séparément par des auteurs dont il serait fastidieux d'établir la liste. Citons seulement quelques noms français : Cruchet et Moulinier, Ferry (mort dans un accident d'aviation). Beyne, Léon Binet, Béhague, Garsaux, Richet fils dont les travaux et publications trouveront ici leur place.

1. Des conditions d'altitude assez inusitées et sans inconvénients pour le personnel navigant entraîné, peuvent n'être pas sans influence sur les passagers, surtout si l'appareil y parvient rapidement : il nous souvient d'un vol commencé à faible altitude et au cours duquel pour trouver des conditions atmosphériques plus favorables, nous dûmes atteindre l'altitude de 2.400 à 2.600 mètres en plein hiver et nous y maintenir le reste du voyage.

Chapitre I

La navigation aérienne impose à l'organisme des conditions de fonctionnement exceptionnelles ; de ce fait elle exige de lui une adaptation artificielle et rapide à des influences anormales et variables. La faillite plus ou moins marquée de cette adaptation entraîne des troubles dont les manifestations cliniques s'observent au cours de la montée, du vol en palier, et de la descente.

En montée, se manifestent tout d'abord des troubles circulatoires : accélération du cœur, palpitations, irrégularités cardiaques apparaissant même à faible altitude si la montée est rapide ; à partir de 3.500 mètres ou de 4 à 5.000 mètres chez d'autres sujets, apparaissent des troubles respiratoires : respiration accélérée, pénible et profonde, lesquels troubles sont plus marqués et peuvent apparaître à plus faible altitude chez les aviateurs exerçant un effort musculaire : déplacement dans la carlingue, manipulation d'un engin de combat.

Les mouvements volontaires, d'abord plus vifs, plus secs, plus nerveux deviennent pénibles ; on observe parfois une tendance aux contractures, aux

crampes. Céphalée et dépression intellectuelle pouvant aller jusqu'à la torpeur aux grandes altitudes, s'installent, dépression d'ailleurs subjectivement méconnue et caractérisée par un fléchissement de l'attention, une incorrection des jugements, une lenteur de perceptions sensorielles, notamment de la vue, des troubles légers de la coordination motrice, phénomènes accompagnés d'une « somnolence de la conscience » et d'une euphorie dite « ivresse de l'altitude ». A mesure qu'on remonte dans le ciel, les mouvements réclament plus d'efforts et plus de temps ; la moindre opération mentale arrive à durer deux et trois fois plus qu'à terre ; les extrémités s'engourdissent, une sorte de paralysie envahit le corps, et le sujet s'endort, surpris parfois au bout d'un temps qui lui a paru très court ou dont il n'a même pas eu connaissance, de se retrouver à plusieurs centaines de mètres au-dessous de l'altitude à laquelle il se croyait.

Signalons aussi la congestion de la face, l'hypoacousie, les bourdonnements d'oreille assez courants, surtout chez les sujets dont l'aération tubo-tympanique est déficiente, avec gêne et douleurs auriculaires violentes.

Quelques pilotes ont accusé des douleurs au niveau des grosses molaires, douleurs provoquées par une carie dentaire avec petits abcès gazeux qui se distendaient (Richet fils, Béhague et Gassaux), d'autres ont présenté nausées et même vomissements, accompagnés d'un ballonnement du ventre très pénible.

Enfin les envies d'uriner sont fréquentes.

En palier, ces troubles s'atténuent et l'organisme retrouve son équilibre au-dessous de 5.000 mètres.

En descente, les troubles respiratoires diminuent et disparaissent ; tachycardie et palpitations s'accroissent au contraire, si la descente est rapide, tandis qu'en descente lente, le cœur tend à reprendre son rythme et son fonctionnement habituels.

Les troubles auriculaires sont plus marqués parfois chez des sujets qui n'avaient éprouvé à la montée que des bourdonnements d'oreille ou quelques claquements à l'occasion de la déglutition. Ils ressentent une gêne plus marquée, des douleurs très vives provoquées par un enfoncement des tympans dans les caisses sous l'influence du relèvement de la pression atmosphérique. Cette dépression des tympans, si les trompes d'Eustache à travers lesquelles se réalise l'équilibre de pression entre les caisses et l'extérieur se bloquent, comme le fait peut se produire chez des sujets présentant une inflammation des orifices, peut entraîner la rupture des tympans et amener une syncope.

Après l'atterrissage, persistent les bourdonnements d'oreilles accompagnés de bruits subjectifs divers. L'aviateur manifeste une excitation nerveuse passagère, avec tremblement même des extrémités et exagération des réflexes tendineux, troubles suivis d'une dépression générale et d'un besoin de sommeil après les vols prolongés.

Ces diverses manifestations constituent ce que

Beyne appelle le mal des aviateurs dans sa forme aiguë. Il en existe des formes différentes suivant la prédominance de tel ou tel symptôme. Son polymorphisme est en rapport non seulement avec les susceptibilités variables des organismes humains, mais aussi avec ce fait que le mal des aviateurs est essentiellement une résultante de l'action de facteurs divers ; ses causes efficientes sont en effet multiples : diminution de la pression atmosphérique et corrélativement de la tension partielle de l'oxygène de l'air respiré, variations rapides de la pression atmosphérique, en premier lieu. Interviennent aussi la sécheresse extrême de l'atmosphère aux grandes altitudes, la ventilation brutale, l'action continue de bruits violents, et surtout l'influence mécanique, au cours des variations de vitesse ou des changements de direction de l'avion, d'accélération positives ou négatives dont l'intensité peut atteindre des valeurs représentant 3 à 4 fois celle de l'accélération de la pesanteur.

Tels sont les éléments qui se combinent de façon variable pour provoquer les troubles immédiats que l'on observe chez l'aviateur.

Par quel mécanisme agissent-ils ? Nous verrons successivement :

- I. — L'action de la diminution de la pression atmosphérique, intéressant particulièrement le poumon et le sang dans leurs fonctions biochimiques.
- II. — L'action des variations brusques de la pres-

sion atmosphérique, qui s'exerce au niveau de l'appareil cardio-vasculaire.

III. — L'action des variations d'accélération et l'action de quelques facteurs divers dont les influences viennent se combiner avec les précédentes.

Chapitre II

En altitude, à mesure que baisse la tension partielle de l'oxygène de l'air, sa vitesse d'absorption diminue. L'appareil respiratoire s'adapte d'une manière satisfaisante à ces conditions, jusqu'à une certaine altitude à partir de laquelle la quantité d'oxygène absorbée par minute devient inférieure aux besoins organiques. Tant que la tension de l'oxygène est supérieure à 10 %, la ventilation pulmonaire, le quotient respiratoire $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$, et le taux des échanges gardent leur valeur normale. Au-dessous de cette tension, c'est-à-dire à une altitude comprise entre 4500 et 5000 mètres, malgré l'accroissement de la ventilation pulmonaire, il y a déficit dans l'absorption d'oxygène avec élévation du quotient $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ et apparition des troubles respiratoires déjà signalés.

Contre cette asphyxie relative, l'organisme met en jeu trois mécanismes de défense :

I. — Une polyglobulie passagère apparaît, dont les travaux récents de L. Binet et ses élèves ont donné l'explication en montrant que la rate, véritable résér-

voir de globules rouges, réagit en libérant les érythrocytes dans la circulation générale, lorsque des circonstances diverses tendent à diminuer la quantité d'oxygène que le sang est susceptible de fixer (1).

Passagère si le séjour en altitude est court et rare, cette hyperglobulie devient permanente chez l'aviateur lorsque les vols se répètent (Gemelli), ce qui montre qu'à une migration globulaire hors de la rate se superpose un processus d'hématopoïèse. Ainsi se trouvent accrues non seulement la surface globulaire et la quantité d'hémoglobine circulante, mais encore la fonction tampon du sang, puisqu'un plus grand nombre de globules circulants sont susceptibles de fixer du chlore de NaCl pour libérer suivant le cas soit des ions Na, soit des ions Cl.

II. — La ventilation pulmonaire s'accroît dans une notable proportion, avec pour résultat direct : une réduction de l'abaissement de la tension partielle de l'oxygène dans l'alvéole pulmonaire, une diminution de tension du gaz carbonique.

Cet abaissement du CO_2 alvéolaire est-il proportionnel à la dépression atmosphérique ? Agazzotti a montré que ce taux, après un abaissement, se relève un peu vers 600 mm., puis demeure fixe jusqu'à 400 mm. et fléchit de nouveau ensuite. Par ailleurs, N. Mis-

1. La rate est un réservoir d'hématies, contractile, déversant sa réserve dans la circulation sous l'influence du travail musculaire, de l'hémorragie (Barcroft, L. Binet, Mlle Fournier), de l'asphyxie (L. Binet et Williamson, Zinz, L. Binet, Cardot et Williamson), de la dépression atmosphérique (L. Binet et Strohl).

siuro a fait la preuve que chez l'aviateur la tension partielle du CO^2 dans l'air alvéolaire n'est pas abaissée systématiquement ; il attribue cette anomalie à la gêne respiratoire provoquée par la position et l'équipement, aux troubles neurogènes des échanges respiratoires, déterminés par le bruit des moteurs et aux modifications de la régulation thermique provoquées par les variations de température.

III. — Une vaso-dilatation générale vient contribuer à faciliter certains échanges ; cette vaso-dilatation n'intéresse pas les vaisseaux de la plupart des viscères (Dastre et Morat), sur lesquels s'observe plutôt une vaso-constriction ; elle n'est notable qu'à partir d'une pression atmosphérique de 300 mm. de Hg. De cette vaso-dilatation périphérique, en même temps que de l'anoxémie, paraît relever en majeure partie l'hypothermie observée chez le lapin soumis à une dépression atmosphérique correspondant à des altitudes comprises entre 6.000 et 9.500 mètres (Béhague, Garsaux et Richet fils).

L'ensemble de ces mécanismes de défense tend à compenser l'abaissement de la tension de l'oxygène de l'air, en dépression atmosphérique. Mais la diminution de la tension du CO^2 alvéolaire a pour corollaire une élimination accrue du CO^2 sanguin, telle que persiste l'égalité de tension du CO^2 dans l'air et le sang au niveau de l'alvéole ; or si la proportion du CO^2 diminue dans le sang, il est indispensable, pour que demeure constant le rapport entre le CO^2 libre et

celui fixé sous forme de bicarbonates, que l'organisme arrive à diminuer le taux de bicarbonates sanguins. Il y parvient par une élimination rénale des bases alcalines, dont témoigne la baisse de la réserve alcaline et l'élévation du pH urinaire. Cette adaptation ne va pas sans une certaine instabilité de l'équilibre acido-basique du sang, inclinant vers l'alcalose gazeuse compensée.

Si le jeu des compensations devient insuffisant, l'état de mal apparaît chez l'aviateur, sous des formes diverses correspondant à divers modes d'inadaptation.

Cette inadaptation peut en effet :

1^o Ou bien relever d'une prédominance de l'anoxémie, ce qui pour Barcroft et Monge correspond au plus grand nombre des cas. L'insuffisance de l'hématose et des échanges respiratoires au sein des tissus peut être due à un retard ou à une insuffisance de la polyglobulie. Elle peut résulter d'une insuffisance de ventilation pulmonaire ou d'une trop faible perméabilité du poumon à l'oxygène. Elle peut enfin être en partie liée à une absence de vaso-dilatation générale, comme en témoignent la pâleur observée chez certains sujets et les cryesthésies qu'ils accusent ;

2^o Ou bien être provoquée par un déséquilibre acido-basique du sang. La rupture d'équilibre peut se produire :

a) dans le sens de l'alcalose (alcalose gazeuse) si

l'élimination urinaire des bases alcalines n'est pas suffisamment rapide ; cela explique les phénomènes de raideur musculaire, de contractures ou même de crampes assez douloureuses. C'est vraisemblablement à ce déséquilibre humoral qu'il faut rattacher, d'une part, l'excitation neuro-musculaire et l'accroissement passager de la force musculaire constatés à l'atterrissage chez l'aviateur par N. Missiuro, et d'autre part, les crises convulsives observées chez le lapin en dépression atmosphérique par Charles Richet fils, Béhague et Garsaux ;

- b) la rupture peut aussi se faire dans le sens de l'acidose et par deux mécanismes : acidose gazeuse des insuffisants respiratoires qui non seulement absorbent trop peu d'oxygène, mais encore éliminent en proportion trop faible leur CO_2 sanguin. Plus fréquemment, acidose due à l'élévation du taux des acides fixes du sang, acide lactique en particulier. L. Binet et Collazzo ont montré que l'asphyxie augmente la proportion d'acide lactique, et Barcroft que le taux de ces acides s'élève en dépression atmosphérique.

C'est ce déséquilibre du type acidotique qui fait se manifester les formes du mal des aviateurs où prédominent la dyspnée, la dépression, la torpeur (l'orientation du déséquilibre acido-basique vers l'alcalose

ou l'acidose est fonction de prédispositions individuelles : Herlitzka a signalé que chez le chien, la mort en dépression atmosphérique est presque toujours précédée de phénomènes convulsifs, tandis que la torpeur prémonitoire s'observe plus couramment chez le singe.

Elimination exagérée du CO_2 en altitude, insuffisance d'absorption et de fixation de l'oxygène, « acapnie », « anoxémie », telles sont les causes dont les données modernes de la physiologie nous dévoilent le rôle respectif dans la production des symptômes constatés chez l'aviateur en altitude.

Chapitre III

Les variations brusques de la pression atmosphérique entraînent une série de troubles dont l'intensité est proportionnelle à la rapidité de la variation de pression, que cette variation représente une diminution ou une augmentation. La variation de pression pour une dénivellation donnée étant d'autant plus grande que la variation d'altitude s'opère plus près du sol, c'est dans les couches inférieures de l'atmosphère que ces troubles sont plus marqués ; observés primitivement en descente seulement, ils se manifestent également lors de la montée, avec les avions actuels susceptibles d'ascensions rapides.

Ces troubles, constatés chez des pilotes examinés après l'atterrissage, ont été décrits par Cruchet et Moulinier en 1911, à une époque où les avions ne possédaient pas un « plafond » élevé, et où l'anoxémie ne pouvait intervenir. Ces auteurs ont observé et judicieusement rattaché à leur cause principale les phénomènes dus à la recompression rapide lors de la descente de l'avion, phénomènes liés à des réactions vaso-motrices et essentiellement caractérisés à l'atterrissage par : de la tachycardie, une hypertension de

la pression minima, accompagnée d'hypertension moins importante de la maxima chez les sujets vigoureux et entraînés, d'hypotension de la maxima chez les fatigués et les défaillants cardiaques.

Ces réactions cardio-vasculaires spécifiques de l'aviation diffèrent de celles produites par le travail musculaire ou le froid.

L'étude de ces réactions, en particulier des réactions de la tension artérielle n'a pas été entreprise dans les mêmes conditions par Cruchet et Moulinier d'une part, Beyne, d'autre part. Les premiers estiment que l'observation de la tension artérielle au cours du vol en avion est sujette à caution, étant donnée l'importance de facteurs surajoutés tels le froid, la fatigue, l'attention, l'immobilité qui troublent le phénomène à étudier. Nous verrons plus loin en rapportant les travaux de Beyne combien cet auteur insiste sur la nécessité d'observations effectuées en cours de vol.

Cruchet et ses élèves Lambert et Baron, de l'école de Santé de la Marine de Bordeaux, ont pratiqué en 1923 et 1924 des recherches sous la cloche à dépression. Ils ont établi par de nombreuses observations que la maxima aussi bien que la minima croissent en fonction de l'altitude, tandis que l'indice oscillométrique augmente ; inversement en mettant l'organisme sous la cloche, non plus en dépression, mais en surpression à une demi-atmosphère et à une vitesse de deux cm de Hg par minute, ils ont constaté une diminution de l'indice oscillométrique.

Les expériences de Lambert sont particulièrement démonstratives, en ce sens qu'au fur et à mesure que son organisme s'adaptait aux variations de la dépression, les tensions sanguines tendaient à se maintenir à leur niveau de départ. Il lui fallait, à chaque expérience nouvelle, accélérer la vitesse de montée, et c'est ainsi que de 100 mètres à la minute, il pousse la dépression à 200, 300, 350 mètres par minute, atteignant les 5.000 mètres en 15 minutes et même moins. C'est là un fait remarquable qui prouve la rapidité d'adaptation de l'organisme et par suite les difficultés d'appréciation de telles recherches.

En palier, les expériences de Lambert ont montré que la tension artérielle avait tendance à redescendre et à se rapprocher de la tension de départ, à condition que le palier soit maintenu assez longtemps (4 à 5 minutes environ).

En descente, les diagrammes de Lambert montrent que la courbe des tensions tend à baisser, surtout la maxima, la minima restant toujours plus nettement en hypertension ; en plusieurs expériences cependant, la tension continue à se maintenir élevée, et même à monter parfois, alors que l'altitude est passée par exemple de 5.000 à 3.000 mètres. Mais il s'agit encore d'une question de vitesse : car c'est également à la vitesse de 300 à 400 mètres par minute, que l'expérimentateur se rapproche du niveau 0 ; et il est probable, comme dans la montée, que la reprise de la vitesse après chaque court palier provoque une réaction en hypertension. Ces résultats se trouvent

confirmés, comme nous le verrons plus loin, par les travaux de Beyne.

Au retour au niveau de départ, hypertension particulièrement nette pour la minima.

Les observations et expériences de Beyne, réalisées par lui à bord d'avions depuis 1921, lui ont montré que les montées et descentes rapides (effectuées en mouvement uniforme pour supprimer les forces d'inertie) sont, de façon constante, génératrices chez l'homme de variations fonctionnelles cardio-vasculaires, se traduisant essentiellement par de la tachycardie, des variations de la pression artérielle, des modifications vaso-motrices.

Pour les variations du rythme cardiaque, les auteurs sont d'accord : tachycardie croissant jusqu'à 3 ou 4.000 mètres, diminuant en palier sans disparaître complètement, avec retour au rythme normal en descente lente, et reprise de l'accélération cardiaque en descente rapide (Ferry, Missiuro, Beyne). L'accord cesse en ce qui concerne le sens des variations de la tension artérielle au cours du vol en avion. Cela tient à ce que d'aucuns ont cru que ces variations devaient nécessairement présenter une forme fixe et se reproduire suivant un type donné, chez tous les sujets.

Ferry, en expérimentant sur lui-même et sur un nombre assez restreint d'aviateurs, a observé des réactions du type général suivant : la pression maxima, après une légère dépression, s'élève régulièrement pendant la montée pour se tenir, en palier, un peu

au-dessus de sa valeur initiale ; elle s'abaisse au cours de la descente et continue à baisser après l'atterrissage, jusqu'à réaliser une hypotension de 1 cm. à 1 cm. $\frac{1}{4}$. La pression minima s'abaisse régulièrement pendant la montée, demeure, en palier, à 1 cm. ou 1 cm. 5 de Hg au-dessous de sa valeur de départ, puis remonte, pendant la descente ; à l'atterrissage il constate une hypertension de la minima de $\frac{1}{2}$ cm. de Hg en moyenne. La représentation graphique de ces observations a fait donner à ce type de réaction le nom de « réaction en fuseau ». Prévost dans sa thèse, Gemelli ont obtenu des résultats assez analogues aux précédents.

Villemin a observé des réactions très diverses. Les conclusions d'ensemble de son étude sont les suivantes :

- 1^o Dans les vols à faible altitude (moins de 3.500 mètres), à chaque phase d'ascension correspond une élévation de la tension, légère pour la minima, importante pour la maxima, suivie en palier d'un retour à la valeur initiale ;
- 2^o Dans les vols à hautes altitudes, l'élévation de la minima, constante et importante en montée, se maintient en palier ; elle traduit des réactions vaso-motrices fortes. L'élévation de la maxima est peu marquée et coupée de fléchissements brusques. La réduction de la pression variable (ou différentielle) qui en résulte, avec la diminution de l'indice oscillométrique, traduit

l'insuffisance de la réaction du cœur à l'effort qui lui est demandé. Le retour des pressions à leur valeur première est lent, ce qui témoigne de la persistance de la fatigue du cœur.

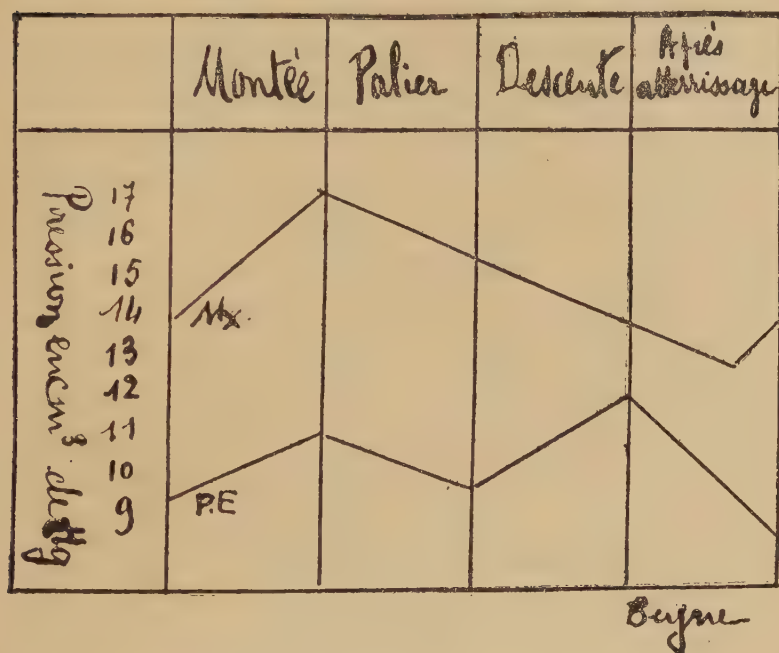
Frappé des divergences entre les résultats des auteurs précédents, Beyne a entrepris une étude systématique de la pression artérielle mesurée au cours du vol en avion, entre 0 et 5.000 mètres. Perfectionnant la technique de ses prédécesseurs, il a soustrait l'oscillomètre à l'influence des vibrations du moteur. Ses observations ont porté sur divers sujets, les uns aviateurs, les autres non entraînés à la pratique du vol.

Il ressort de ses expériences que, dans la majorité des cas, la tension artérielle en avion évolue suivant le schéma général ci-contre dans lequel figurent les variations de la tension maxima (Mx) et de la tension efficace (Pe) ou tension dynamique moyenne (Pa $\dot{c}$ hon). Cette dernière correspond assez sensiblement à ce que les auteurs précédents dénomment tension minima.

Dans ce type de réaction, les pressions Pe et Mx s'élèvent au cours de la montée, cette dernière plus que la Pe, pour, si on demeure ensuite en palier, tendre à reprendre leurs valeurs initiales. Au cours de la descente, l'hypertension de la Pe s'accroît nettement, tandis que la Mx tantôt se relève un peu quand la descente est lente, tantôt fléchit si la descente est rapide et prolongée. Après l'atterrissage, l'hypertension de la Pe persiste pendant un temps qui varie de 30 minutes à 1 ou 2 heures. La pression

Mx tend vers sa valeur initiale, à laquelle elle se fixe chez certains sujets tandis qu'elle prend des valeurs un peu inférieures chez d'autres.

Missiuro a obtenu des résultats concordants. Pour



Beyne, le facteur primordial des réactions cardio-vasculaires est moins la diminution que la variation de pression atmosphérique ; les modifications de la tension artérielle qu'elle provoque sont proportionnelles à l'ampleur de la variation de pression et à sa vitesse dans l'unité de temps.

Dans la grande majorité des cas, tout se passe comme si ces variations de pression atmosphérique déterminaient une hypertonie vaso-motrice élevant la tension efficace ; lorsque le cœur est capable de

répondre à cet accroissement des résistances périphériques par un effort supplémentaire, la Mx s'élève, tandis qu'elle s'abaisse lorsque le cœur, débordé par sa tâche, fléchit. Plus la variation barométrique est brutale, plus cette action est marquée.

En conclusion de son étude, Beyne exprime l'opinion suivante, à savoir qu'« il semble qu'il n'y ait pas
« une forme déterminée des réactions de la pression
« artérielle aux influences du vol en avion, mais des
« formes diverses qui sont précisément l'expression et
« la mesure des effets différents produits par le vol
« suivant sa nature et son mode, et suivant l'état
« physio-pathologique de l'organisme humain qui
« subit son influence. La pression artérielle qui tra-
« duit par la valeur de la pression moyennedynamique
« l'effort imposé au cœur et par l'ampleur de la pres-
« sion variable (ou différentielle) la capacité d'adap-
« tation du cœur à cet effort, n'en est que plus inté-
« ressante à étudier chez l'aviateur ».

Cette étude est délicate, mais possible, en particulier avec les oscillomètres enregistreurs. « Mais, dit Beyne, c'est en avion qu'il convient de la poursuivre : en effet, les réactions cardio-vasculaires (et nombre d'autres d'ailleurs) observées chez l'homme, en caisson à dépression atmosphérique, sont différentes, sinon par leur sens, du moins par leur ampleur, de celles que provoque la navigation aérienne, car une variation de pression brutale et considérable (en caisson) ne provoque qu'une réaction de la Pe et surtout de la Mx, relativement moins importante

que celle qui s'observe couramment en avion à des altitudes moindres et pour des dénivellations plus rapides. Le caisson est un excellent instrument d'analyse de certains phénomènes liés à la dépression ; mais il ne convient pas de vouloir fonder sur des données expérimentales qu'il fournit toute la physiologie de l'altitude et de l'aéronautique ».

Chapitre IV

L'action des variations d'accélération a été spécialement étudiée par Flamme, médecin-capitaine de l'armée et pilote-aviateur. Ses observations l'ont conduit à concevoir que certains phénomènes d'inhibition, certaines perturbations cœnesthésiques ou circulatoires au cours de virages ou de variations de vitesse en avion étaient l'origine « d'accidents expliqués » dont il a été le témoin. Les troubles qui ont attiré l'attention de Flamme sont caractérisés par une vive impression tantôt de congestion de la face et de la tête, tantôt de vide cérébral ; par des impressions pénibles de tiraillement ou de déplacement des organes abdominaux ; par une brusque perte du contrôle de soi, particulièrement au cours de rotation ; par une courte et brusque inhibition des actes moteurs volontaires.

Grâce à un dispositif expérimental dénommé « baresthésiographe » Flamme a pu en 1924, traduire par des graphiques le rôle et l'importance des variations de vitesse subies en avion, dans les trois directions de l'espace, par le corps humain ; ces variations d'accélération positives ou négatives imposent à

l'organisme, en raison de l'inertie de sa masse, de véritables chocs, dénommés par l'auteur « chocs aériens » : leur ampleur est essentiellement fonction de la différence entre les valeurs successives de la vitesse, et du temps que met cette différence à se réaliser. La force vive mise en jeu dans ces chocs aériens exerce son action sur toutes les masses élémentaires de l'organisme, en particulier les organes thoraco-abdominaux ; ceux-ci mal soutenus tendent à se déplacer, tiraillant ou déplaçant leurs mésos et les plexus nerveux qui entrent en leur composition. Tel est le mécanisme par lequel Flamme explique les effets physio-pathologiques des « chocs aériens », qui sont, selon lui, l'origine principale des malaises, vertiges et phénomènes d'inhibition constatés au cours du vol chez l'aviateur.

Citons rapidement les facteurs divers et secondaires dont les influences viennent se combiner aux précédents :

Le froid, avec la perte énergétique qu'il provoque ;

La sécheresse de l'air ;

Les bruits : moteurs, hélices, bruit des haubans ;

Le fléchissement léger du fonctionnement rénal et de la fonction glycolitique du poumon (Dumas) entraînant une hyperglycémie relative constatée par différents auteurs (Marañon).

Chapitre V

Tels sont les troubles immédiats de la navigation aérienne et leur pathogénie.

Les troubles tardifs et chroniques sont caractérisés au 1^{er} degré par une fatigue intense et du nervosisme, au 2^e degré par un syndrome auquel Ferry a donné le nom de « mal vrai des aviateurs », et que Josué appelle « asthénie des aviateurs » : fatigue profonde, anorexie, nausées et troubles digestifs ; sommeil troublé, insuffisant, alternant avec d'irrésistibles envies de dormir ; facies plombé (masque de l'aviateur), céphalées, abattement, irritabilité ; en vol, vertiges et troubles visuels d'origine spastique observés par Worms et Chams : scotomes partiels ou éblouissement et amblyopie.

A l'examen clinique, on constate que le pouls est affaibli, mou, irrégulier ; le cœur présente un prolongement du 1^{er} bruit avec tendance au doublement du second au foyer xyphoïdien ou sus-xyphoïdien, signes rappelant ceux constatés par L. Binet chez les combattants surmenés. Ce doublement du 2^e bruit, parfois soufflé, est un signe très précoce, prémonitoire. La pression artérielle est basse, instable ; chez certains apparaissent des signes d'insuffisance surrénale.

Dans ce tableau, Beyne considère deux ordres de phénomènes :

1° Ceux qui sont l'expression d'un surmenage général, et qui dans leur ensemble constituent un état neurasthénique véritable ;

2° Ceux qui résultent de l'action d'influences nocives spéciales à l'aviation :

Troubles sanguins d'abord (polyglobulie chronique avec splénomégalie) ;

Troubles humoraux (instabilité du pH sanguin avec tendance à l'alcalose) ;

Troubles cardiaques : surmenage du cœur droit lié aux vaso-dilatations pulmonaire répétées que provoque l'adaptation à l'altitude, et dont témoignent certains signes d'insuffisance ventriculaire droite, la prolongation du 1^{er} bruit avec dédoublement du second à précession pulmonaire.

D'autre part, relève aussi spécifiquement de l'aviation, par son mécanisme de production, l'hypertrophie légère du ventricule gauche, décrite par Etienne et Lamy comme constante, précoce et persistante, et considérée par eux comme une hypertrophie d'adaptation.

Enfin il est possible que l'aviation soit susceptible de conduire à un épuisement surrénal consécutif à des hypersécrétions répétées d'adrénaline. Il reste encore à faire la preuve de cette hypothèse.

Chapitre VI

Telles sont les différentes réactions physio-pathologiques de l'aviateur professionnel auxquelles se trouvent également soumis les passagers.

Contre les manifestations aiguës d'ordre respiratoire, on a essayé de lutter et même de les prévenir par des inhalations de *carbogène*. Ce mélange d'oxygène et d'acide carbonique s'étant montré très supérieur à l'oxygène pur dans ces cas comme dans tous ceux d'asphyxie pour lesquels il est maintenant couramment employé, en France, en Amérique, en Angleterre, etc., Mouzon en 1931 écrit que le « CO² en tant qu'excitant physiologique du centre bulbaire respiratoire commande à la fois l'adaptation des mouvements respiratoires aux besoins d'O de l'organisme et la régulation de l'équilibre acido-basique des humeurs ». Nous avons vu précédemment les dangers de la rupture de cet équilibre. Plus récemment André Meyer admettait une « double action de CO² » action et sur le métabolisme des tissus et en abaissant les échanges tissulaires en outre de son action sur le centre bulbaire respiratoire. Yandell, le promoteur de cette méthode qu'il étudie depuis 1910 et qu'il a

enfin réussi à imposer partout considère l'action du CO_2 sur la circulation aussi importante que comme stimulant du centre respiratoire. D'ailleurs à l'heure actuelle le mélange de Yandell Henderson, le carbogène, est employé officiellement pour lutter contre l'asphyxie à la place de l'O pur précédemment seul utilisé. De même dans les services chirurgicaux on l'emploie couramment. Le mélange doit être à 7 % en général, en tous cas ne pas dépasser 10 % de CO_2 .

On a déjà prévu les modalités de l'inhalation de carbogène :

- Soit grâce à un scaphandre personnel ;
- Soit par une distribution commune du gaz nécessaire, dans une cabine étanche.

En fait la cellule ne sera pas étanche. Il faut prévoir l'évacuation de l'air vicié : celle-ci se fera par les multiples orifices percés dans la cloison pour le passage des commandes, et qu'il sera illusoire de vouloir rendre imperméables aux gaz. Cette évacuation constante du mélange respirable rend impossible l'alimentation de la cabine par réservoir ; d'où la nécessité d'adjoindre aux moteurs un compresseur supplémentaire qui enverra sous une tension voisine de une atmosphère, le mélange adopté dans l'enceinte prévue. Mais il est à craindre une panne de moteur avec arrêt du compresseur nécessaire à l'arrivée d'air dans la cabine ; et l'évacuation demeurant constante, l'avion n'aura pas le temps de plonger dans une atmosphère plus dense avant l'asphyxie des passa-

gers. Par ailleurs, une fuite importante dans l'enveloppe de la cabine (rupture d'un hublot, désertissement d'une tôle par vibrations) provoquera une décompression brutale suivie de troubles graves, réalisant en quelque sorte la « maladie des caissons » des scaphandriers.

Telles sont les difficultés que soulève Rosensthiel, médecin de la marine nationale ; il semble qu'en adoptant une solution mixte, c'est-à-dire inhalation en cabine étanche remplacée en cas d'incident quelconque par l'utilisation d'un scaphandre particulier, on pourra se prémunir contre les accidents éventuels.

Chapitre VII

L'on sait à quel développement est appelés l'aviation sanitaire. Utilisée sur une vaste échelle au cours des campagnes du Maroc, du Levant, utilisée aussi dans nos colonies pour le transport quotidien des malades ou accidentés civils et militaires (nous connaissons les fréquentes liaisons organisées entre les hôpitaux militaires du Sud tunisien et l'hôpital principal militaire de Tunis, ainsi que le cas d'une jeune femme atteinte de grossesse tubaire rompue, survenue dans les mêmes territoires, laquelle femme fut transportée et opérée avec succès à Tunis) elle a besoin d'être développée tout au moins dans nos colonies, où de nombreuses populations isolées parmi de vastes territoires se trouvent privées de tout secours médico-chirurgical urgent.

Le même besoin ne se fait pas sentir dans la métropole, desservie par un admirable réseau de routes et de voies ferrées. Mais des pays voisins, l'Allemagne en particulier, ont élaboré l'organisation sur une vaste échelle d'une aviation sanitaire civile. Nous n'insisterons pas davantage sur ce point, mais en préconisant le développement de l'aviation sanitaire coloniale, nous devons nous demander si les condi-

tions du vol en avion ne sont pas sans danger pour le sujet transporté, malade ou accidenté. Il peut exister des contre-indications particulières, étudiées d'ailleurs au congrès international de l'Aviation sanitaire de 1929, dans un rapport de Ch. Richet fils, Béhague et Gassaux.

Ces auteurs insistent en particulier sur la vasodilatation intense qui se produit, même en dépression légère sur les vaisseaux de l'abdomen, pouvant favoriser l'hémorragie. Ils révèlent par contre, au cours d'expériences multiples, que les animaux même saignés abondamment, supportent bien la dépression atmosphérique. En conclusion, disent-ils, « il semble que les altitudes pratiquement prévues pour le transport en avion ne soient nullement prohibitives pour les blessés ayant subi de grandes pertes de sang. Il faudra seulement surveiller les blessés par crainte d'hémorragies secondaires toujours possibles. » Les mêmes auteurs ont étudié les phénomènes survenant chez le lapin porteur de plaies de l'abdomen. La moindre décompression amène une issue de matières fécales et de gaz par l'orifice. Si la décompression est poussée plus avant, cette issue s'accompagne de vasodilatation et d'hémorragie ; enfin il leur a été donné d'observer dans un cas un étranglement hernieux, avec éclatement de l'intestin. Ces faits présentent un intérêt pratique : ils expliquent le danger du transfert en avion pour les porteurs de hernies ou de plaies de la paroi abdominale, comme de l'intestin.

Cette question de transport par avion des blessés vient d'être étudiée tout dernièrement par le Dr Jean Leduc dans une thèse très complète sur les indications et contre-indications du transport par avion dans les affections chirurgicales de l'abdomen, du thorax et du crâne. En effet pour les autres affections (des membres, de la face, du cou, du bassin, du rachis) il semble y avoir unanimité sur ce fait que si ces blessés ou malades sont transportables ils le sont aussi bien par avion que par n'importe quel autre moyen. Leduc se basant sur 160 cas nouveaux et 27 publiés antérieurement en arrive à conclure que *dans tous les cas* la contre-indication du transport en avion peut être posée : 1° par une maladie médicale antérieure ou intercurrente (cardiopathie) 2° par l'état général du blessé si le choc est vraiment trop grand.

Dans les affections chirurgicales de l'abdomen tout cas nécessitant une intervention chirurgicale d'urgence doit être transporté en avion car le temps est tout, l'altitude n'est rien.

Cependant il reste à discuter les occlusions hautes du tube digestif et les étranglements herniaires.

Les cas chroniques nécessitant une intervention chirurgicale non urgente peuvent être transportés en avion sauf :

- 1° les obstructions intestinales de toutes natures de peur de provoquer une crise d'occlusion aiguë ;
- 2° les masses abdominales mobiles de peur qu'elles

ne se rompent ou ne se tordent (kyste hydatique, kyste de l'ovaire).

Dans les affections chirurgicales du thorax on ne doit pas transporter :

- les plaies thoraciques compliquées d'emphysème médiastinal ou sous-cutané faisant craindre une extension au médiastin ;
- les plaies du thorax (à thorax fermé) qui ne nécessitent pas une intervention chirurgicale.

On ne doit transporter qu'avec grande réserve

- les plaies du cœur ;
- les plaies thoraciques perforantes compliquées d'un pneumothorax sous pression.

On peut, par contre, transporter les suppurations pleurales chirurgicales (hémothorax infecté, pleurésie putride, etc.).

Dans les affections chirurgicales du crâne éliminer les « intransportables » d'office et les « inopérables ». C'est inutile. Il faudra discuter le transport des fractures du crâne avec signes d'hypertension intra-crânienne mais ponction lombaire impossible, les hernies du cerveau constituées. Les autres cas devront être transportés d'urgence et avant toute intervention.

D'autre part, nous croyons pouvoir parler ici de 3 cas très particuliers ;

- 1^o celui des tuberculeux en cours de traitement col-lapsothérapique ;
- 2^o celui des syphilitiques récents qui subissent une cure novarsénobenzolique ;
- 3^o les affections empêchant l'ouverture de la bouche.

Les nécessités de la vie courante peuvent amener les uns et les autres à se déplacer en avion ; en particulier les seconds peuvent très bien être des pilotes militaires ou de ligne.

Mantoux, Baron et Lowys, avec Garsaux ont étudié la pression endo-pleurale chez des sujets porteurs de pneumothorax thérapeutique, et soumis à la dépression atmosphérique en caisson.

L'aiguille intra-pleurale était laissée en place, afin de pouvoir lire la pression endo-pleurale tous les 100 mètres à la montée comme à la descente.

Voici l'un des résultats obtenus : de 0 à 2.000 m. la pression pleurale s'élève de + 3 à + 13 cm. et durant la descente diminue jusqu'à — 1. Le sujet accuse de la dyspnée entre 1.800 et 2.000 mètres.

En conclusion de leur étude, ces auteurs divisent leurs sujets en deux groupes : les « pneumos » jeunes et les pneumos anciens. Les premiers seraient absolument indifférents aux changements d'altitude pour si rapides et si importants qu'ils soient ; les seconds présenteraient au contraire quelques troubles légers.

Si les résultats des recherches cliniques et expéri-

mentales démontrent qu'au cours de la collapsothérapie les sujets supportent sans inconvénient notable les variations de la pression atmosphérique obtenues en caisson, il ne faut pas oublier, là encore, que ces expériences sont pratiquées en général avec une certaine lenteur qui contraste avec les variations brusques réalisées parfois par les conditions de la navigation aérienne.

Robino rapporte le cas d'une de ses malades, porteuse d'un pneumothorax depuis 5 mois, qui accusa des palpitations de cœur, une dyspnée de plus en plus accentuée, avec cyanose, refroidissement des extrémités, sueurs profuses, troubles survenus entre 1.000 et 2.000 mètres et qui nécessitèrent l'arrêt de la malade à l'étape.

Aussi, malgré l'optimisme assez général qui règne à ce sujet, cet auteur croit qu'il faut appréhender un voyage aérien pour de tels malades et ne pas oublier les troubles auxquels ils peuvent s'exposer par suite de la rapidité de la variation de la pression atmosphérique. Les phtisiologues ont encore à compléter leurs études sur la question.

Ce que nous savons du mécanisme d'adaptation de la plèvre, c'est que sa cavité se dilate durant l'ascension et diminue pendant la descente ; mais il peut exister un autre mécanisme d'adaptation, duquel participent les échanges entre gaz de la cavité pleurale et gaz du sang. Ces deux mécanismes se produisent dans de meilleures conditions chez les « pneumos récents » qui offrent une plèvre plus souple et plus

perméable que chez les « pneumos anciens » à plèvre épaissie et rigide. Cependant même chez les premiers existent, soit à la suite de poussées de pleurite, soit à cause de cette pleurite silencieuse qui accompagne toute tuberculose pulmonaire, épaississement et rigidité, variables d'ailleurs d'un sujet à l'autre et indépendants de la date de l'institution du pneumothorax. Dans tous les cas, le malade peut ne pas s'adapter facilement aux changements d'altitude et s'exposer à des troubles plus ou moins graves au cours d'un voyage aérien qui s'effectuerait à quelque altitude.

L'on connaît les manifestations vaso-dilatatrices survenant au cours des crises nitritoïdes qui succèdent parfois aux injections de g₁₄. Il ne serait pas sans danger pour un pilote de pratiquer un vol peu après une telle injection, puisqu'il rencontrerait au cours de ce vol des conditions provocatrices des vaso-dilatations viscérales et périphériques étudiées dans des chapitres précédents. Tel sujet supportant parfaitement le g₁₄ à terre pourrait présenter, en vol, une crise nitritoïde. Dans cette hypothèse, il doit être recommandé aux aviateurs spécifiques et en particulier aux pilotes de ligne qui ont charge d'âmes, de ne pas voler pendant les dix ou quinze premiers jours d'une cure d'assaut. Pendant la cure d'entretien, les injections de g₁₄, si besoin est d'utiliser ce composé arsenical, doivent être pratiquées loin des heures de vol, et en particulier à l'un des jours de repos qui séparent deux vols successifs ; pour le

bismuth, il suffira de pratiquer les injections l'après-midi, pour que le pilote puisse prendre l'air le lendemain.

Enfin, les affections empêchant l'ouverture de la bouche, telles que : ankylose des articulations temporo-maxillaires, fracture du maxillaire inférieur appareillées par blocage bi-maxillaire, trismus de toutes natures, constituent une contre-indication formelle et absolue à cause du danger d'asphyxie au cours d'un vomissement. Il faut d'ailleurs remarquer qu'il est rare qu'un sujet couché vomisse en avion.

Chapitre VIII

Comme suite à ces considérations pratiques relatives aux conséquences de la diminution de l'oxygène de l'air, en altitude, et des variations brusques de la pression atmosphérique, il nous faut envisager par quels procédés pourraient être limités les effets des variations d'accélération.

Flamme pense qu'il y aurait avantage à modifier, du moins à bord des avions de compétition, la position et la situation des pilotes : pilote couché sur la poitrine et le ventre, la tête demeurant dans sa position naturelle par rapport au corps, l'axe longitudinal du corps parallèle ou en coïncidence avec l'axe longitudinal de marche de l'avion. Dans une telle position le pilote ne subirait qu'au minimum les effets de la force centrifuge sur la circulation carotidienne et sur la statique des organes thoraco-abdominaux.

Il va sans dire que la seule thérapeutique applicable aux troubles chroniques des aviateurs est l'abstention du vol pendant un temps variable suivant l'état du malade, et même lorsque les premiers signes attestant l'insuffisance d'adaptation de l'appareil cardio-

vasculaire apparaissent vers la quarantaine chez certains pilotes, le renoncement à une vie aérienne active. Le pilote se contentera de quelques courts vols à altitude modérée, et trouvera une occupation plus salubre au camp d'aviation.

Chapitre IX

Après l'exposé des faits cliniques et expérimentaux qui ont précédé, de leur pathogénie, et des déductions pratiques qui en découlent, venons-en aux réactions du passager dans les conditions de la navigation aérienne courante.

Certes moins adapté que les pilotes qui le conduisent à ces conditions de vie, le passager peut présenter l'un quelconque des effets physio-pathologiques plus haut étudiés, dans des conditions de navigation habituelle, (et c'est pourquoi l'étude précédente ne nous a pas paru superflue), mais en règle générale, ils ne se manifestent pas chez lui ; ce n'est pas cette catégorie de troubles qu'appréhende la masse, et qui peut entraver le développement de l'aviation commerciale, mais bien plutôt la notion répandue communément du « mal d'avion » — ou mal de l'air — dont les manifestations cliniques sont analogues à celles du mal de mer. Nous l'étudierons donc sur le plan de ce dernier.

Inutile d'insister sur le rôle du psychisme dans sa production. Si, nombreux sont les usagers de la navigation maritime, relativement rares encore sont dans le grand public les usagers des lignes aériennes.

Aussi le néophyte appréhende-t-il d'une manière toute spéciale cet envol qu'il ignore, et dont il a connu par des lectures ou des conversations les réactions subjectives et affectives. Cette appréhension allant parfois jusqu'à l'anxiété est un facteur important dans la production des malaises qui surviendront au cours du vol. Les conditions de bien-être par lesquelles se signale un premier voyage ont en revanche une influence très favorable pour le parfait état de santé au cours des voyages ultérieurs. Tel sujet, souffrant sérieusement du mal de mer, avec des troubles de plus en plus marqués à chaque traversée, attestant une sorte de sensibilisation de l'organisme au mal de mer, n'ayant présenté aucun symptôme désagréable au cours de ses premiers vols, sent sa confiance, dit-il, augmenter à chaque traversée, dans la certitude d'un voyage confortable. D'ailleurs la satisfaction d'échapper, par mauvaise mer, à plusieurs dizaines d'heures d'un mal sûr dans sa production, et de n'éprouver au plus en l'air par mauvais temps que quelques heures de malaises légers et rares, lui procure un état d'euphorie tel qu'il ne prête même pas attention aux faibles malaises ressentis. Peut-être existe-t-il une sensibilisation psychique, à côté de la physique et, inversement une insensibilisation psychique progressive chez le sujet cité plus haut.

En tous cas, il faut savoir que les sujets souffrant du mal de mer ne souffrent pas nécessairement du mal d'avion, et que ceux chez lesquels s'observent

dans des conditions météorologiques favorables, et d'excellentes conditions de confort à l'intérieur de la cellule, des symptômes de cette affection, présentent une sensibilité spéciale de l'appareil vestibulaire qui les rendra tout autant malades sur un manège, une balançoire, un scenic railway, etc...

Les bonnes conditions météorologiques ne sont pas toujours réalisées. Voyons à quels mouvements est soumis, par mauvais temps, un avion en vol ; nous nous occuperons ensuite des conditions relatives à l'aménagement de la cabine.

Ces mouvements se font, comme pour un navire :

- 1^o autour d'un axe longitudinal coïncidant avec l'axe du fuselage ; ce sont les mouvements de roulis ;
- 2^o autour d'un axe transversal coïncidant avec l'axe des ailes ; ce sont les mouvements de tangage ;
- 3^o mais l'avion possède en propre un axe perpendiculaire aux deux premiers ; ses déplacements autour de cet axe constituent les mouvements de « lacets » (1).

Nous avons, au cours de nos voyages aériens, remarqué l'existence généralement en association deux à deux, de ces divers mouvements. Par exemple, par

1. Signalons que nous avons cessé parfois d'observer ces mouvements, la fixation de notre attention sur eux nous conduisant au seuil des phénomènes du mal d'avion (autre preuve de l'influence du psychisme), *

vent $3/4$ avant (ou arrière) s'associent des mouvements de lacets et de roulis. Quand le pilote corrige une série de mouvements de tangage, cette correction ne va pas sans amener un mouvement de roulis au moment où la stabilité va être obtenue ; mais cette association du roulis est plus caractéristique encore dans la chute brusque qui accompagne la rencontre d'un « trou d'air ». Au moment où l'appareil arrive au bout de sa chute et se relève, il y a très souvent production de deux ou trois mouvements successifs et très rapides de roulis. Les malaises éprouvés surviennent principalement dans ce dernier cas, nous a-t-il semblé.

Le décollage et la montée rapide, suivis de virage sur l'aile pour prendre le cap, collent littéralement le passager sur son siège et lui donnent une sensation vertigineuse qui disparaît avec la stabilisation de l'appareil. Inversement la descente procure une impression désagréable de striction du creux épigastrique. En sortant de la carlingue, surtout après une descente rapide, le passager se sent vertigineux pendant quelques minutes, éprouve quelques bourdonnements d'oreilles qui disparaissent avec des efforts de déglutition.

Un des facteurs qui rendent le mal d'avion moins fréquent que le mal de mer, est le caractère de brutalité et de rapidité dans la succession, qui caractérise les mouvements anormaux de l'appareil. Que nous sommes loin du tangage régulier, monotone du navire, tangage dont on attend chaque mouvement au bout d'un nombre de secondes prévisible, avec

une appréhension sans cesse croissante et qui fait que, malgré l'effort de la volonté, se déclencheront soudain la nausée brutale et le vomissement !

Inutile d'insister sur les signes du mal d'avion. Ce sont ceux du mal de mer, la bénignité en plus. Il n'est pas à craindre avec celui-là les complications parfois sévères de celui-ci. Les contractions des organes abdominaux n'ont pas la même intensité ni la même fréquence. Aussi nous satisfaisons toujours volontiers au désir naturel des femmes près du terme de leur grossesse, de franchir la Méditerranée en avion, pour effectuer leurs couches au sein de leur famille, dans la métropole.

Comment expliquer ce mal d'avion ? Comme pour le mal de mer s'affrontent les théories vestibulaires et vago-sympathique. Indiquons à ce propos que Flamme a élargi cette dernière théorie à la pathogénie du mal des aviateurs, en tenant compte des modes d'excitation nerveuse, spécifiques de l'aviation, c'est à-dire des variations de l'accélération, « nouvelle pesanteur continuellement variable ». Il incrimine les variations incessantes de pression subies par les organes thoraco-abdominaux, dont les rapports mutuels subissent des modifications continues : « il en résulte que les plexus nerveux, leurs « rameaux afférents ou efférents, subissent de cette « manière des elongations, des tiraillements plus « ou moins brusques, plus ou moins violents, et « dont la sensation demeure très accusée, même pour « des accélérations faibles, mais qui peuvent engen-

« drer pour des excitations plus fortes un très réel
« sentiment de malaise, quand ce sentiment n'est
« pas celui d'une souffrance extrême qui peut abou-
« tir à la syncope. Les tractions exercées sur les
« rameaux nerveux afférents à nos organes internes,
« peuvent exercer par action réflexe à distance, toute
« la série des malaises possibles qui constituent le
« mal de l'air ».

Ch. Richet fils pense que les troubles courants du
mal de l'air seraient liés à une anémie bulbaire.

Chapitre X

Si bénin soit le mal d'avion, sa thérapeutique continue à occuper les chercheurs, et celle qui est applicable au mal de mer peut être utilisée contre lui.

Le traitement encore actuellement le plus courant repose sur la théorie vago-symphatique ; et les paralynants du para-symphatique sont à la base de ce traitement. Cazamian, médecin général de la Marine, qui a préconisé dans le mal de mer l'emploi de l'atropine, nous a dit l'avoir prescrite à un sujet devant effectuer un long voyage aérien, avec des résultats probants. Mais il ajoute avec juste raison, que son utilisation serait à déconseiller chez un pilote, à cause des troubles de l'accommodation qu'elle pourrait entraîner.

Les Allemands ont essayé depuis peu d'un produit nouveau, l'oxalate de cérium sous forme de combinaison colloïdale. La meilleure combinaison colloïdale actuellement connue est la Peremesine. Lange l'a étudiée tout spécialement et a publié sa documentation.

Après un résumé sur l'emploi actuel du cérium en

thérapeutique, Lange relate les expériences qu'il a faites avec l'oxalate de cérium. Celles-ci s'étendent sur environ 300 cas de nausées et 50 cas de vomissements gravidiques (*emesis gravidarum*), où l'emploi de ce remède a pour ainsi dire toujours été suivi d'un résultat complet.

Afin de déterminer le mode d'action du céroxalate, Lange a fait des essais sur des animaux, à l'Institut pharmacologique de l'Université de Leipzig, et il a constaté un effet antémétique du produit sur les vomissements, après apomorphine. Le fait que le céroxalate n'est pas toujours d'une efficacité certaine, s'explique vraisemblablement par la solubilité difficile de la substance, et ensuite à cause d'une résorption inégale. Par contre, en présentant la préparation sous forme colloïdale, sa possibilité de résorption a considérablement été améliorée.

Le céroxalate, sous forme d'une combinaison complexe colloïdale soluble, est fabriqué par la Fabrique de Produits chimiques von Heyden S. A. et vendu sous le nom de Peremesine. Les comprimés extra-minces pesant 0,10 gr., contiennent 0,05 gr. de substance active ; ils n'ont pas de goût, se brisent facilement, fondent instantanément sur la langue, et empêchent ainsi la sensation d'un corps étranger dans la bouche (ce qui provoquerait de nouvelles envies de vomir). Les essais faits avec la Peremesine ont en effet donné de meilleurs résultats que là où on n'employait que l'oxalate de cérium usuel. Il faut particulièrement noter que la Peremesine, par oppo-

sition à la plupart des médicaments similaires, est d'une innocuité absolue. C'est pourquoi sa vente ne se fait pas nécessairement sur prescription médicale. De plus, les comprimés ne doivent pas être avalés, mais sont par contre résorbés rapidement par la muqueuse buccale.

La posologie s'établit comme suit :

Prendre 1 comprimé 1/2 heure avant le départ et reprendre 1 à 2 comprimés si nécessaire par la suite.

Les auteurs anglais s'intéressent plus spécialement à la prévention du mal d'avion, plus particulièrement par l'obtention d'un « confort » de plus en plus poussé, à l'intérieur des cabines.

Flack, déplorant l'inexistence de statistiques concernant la fréquence du mal d'avion, déclare que seraient particulièrement utiles celles qui permettraient d'établir une comparaison entre passagers ayant fait le même trajet dans les mêmes conditions atmosphériques, mais sur des appareils de type différent. Pour cet auteur, une des causes principales du mal d'avion est la ventilation défectueuse de la cabine. « Qu'il en soit ainsi », dit-il, « on peut le déduire « de ce fait que les pilotes habitués à voyager sur des « machines à ciel ouvert, ont pour la première fois « ressenti ce mal en machine fermée. L'attention a « été attirée sur ce fait pendant l'occupation de la Ruhr, « quand des pilotes qui avaient fait la guerre sans « malaises ont volé sur des appareils de combat « auxquels avait été fixée une cabine ». Les pilotes qui voyagent comme passagers et ont éprouvé

quelques symptômes prémonitoires du mal d'avion ont certifié que ces symptômes disparaissaient lorsqu'ils prenaient place à côté du pilote à ciel ouvert. Pour Flack ceci indique que, en dépit des conditions atmosphériques, la cause efficiente du mal d'avion est l'atmosphère confinée de la cabine. Les recherches des Anglais portent sur les moyens d'améliorer la ventilation des cabines. Jusqu'à ces derniers temps, les cabines étaient ventilées de l'arrière vers l'avant, cette disposition créant dans la cabine des points d'atmosphère chaude et confinée contrastant avec l'air froid de certains autres points. Dans cette disposition, si un passager ouvre la fenêtre située près de lui, l'air qui pénètre ne le rafraîchit pas et incommode au contraire son vis-à-vis. Si un passager assis vers l'avant vomit, ses compagnons de voyage le voient vomir ; si c'est un passager d'arrière, l'odeur des vomissements parvient à ceux qui se trouvent devant lui, de telle sorte que les perceptions visuelles et olfactives ont libre cours pour déclencher le mal d'avion chez les autres voyageurs.

A la suite d'observations thermométriques, les Anglais ont conclu que pour une ventilation confortable, l'air doit pénétrer d'avant en arrière, que l'on doit supprimer tous les interstices des portes et fenêtres par lesquels l'air pourrait s'introduire à sa guise ; il faut aussi que le passager puisse avoir la possibilité d'admettre ou supprimer à volonté un peu d'air frais vers la tête et les épaules. La température doit être plus basse au niveau des pieds qu'au niveau

de la tête, puisque le contraire, pour des températures tièdes, produit une sensation de gêne et d'étouffement, et pour des températures basses, une sensation de frissons.

Flack préconise l'admission d'air frais à travers des ventilateurs spécialement disposés, combinés avec un système d'aspiration assurant la ventilation d'avant en arrière, les fenêtres étant gardées fermées, ce qui diminue l'intensité du bruit des moteurs. Il préconise aussi l'admission d'air chaud (1) par des orifices disposés à cet effet, ainsi que l'élargissement des fenêtres donnant au passager une plus large vue sur l'horizon (sur les lignes de la Méditerranée, il faut noter à ce sujet la différence d'agrément entre les petits hublots circulaires des C. A. M. S. de l'Air-France et les larges fenêtres des Savoia Marchitti). C'est pourquoi le monoplan à ailes surélevées est un des types d'appareils des plus confortables puisqu'il n'y a ni câbles, ni haubans, ni moteurs, ni autres obstacles à la ligne d'horizon. Quand la machine plonge dans un « trou d'air » on ne se rend pas compte de l'amplitude du mouvement de roulis concomitant dont il a été déjà parlé, car l'on ne voit pas alors les importants déplacements de l'extrémité des

1. Le chauffage de l'air présente des difficultés techniques. L'air chauffé par contact avec les tuyaux d'échappement peut contenir des gaz nocifs, par suite de possibilité de fuite des tuyaux. L'humidité et la chaleur pourraient être contrôlées en faisant passer l'air à travers de la vapeur d'eau. Sur les Handley-Page, 42 places, de la ligne des Indes, sont prévues à chaque paire de sièges des ouvertures pour l'admission d'air chaud ou frais.

ailles. En plus, Flack voudrait distraire le passager par une notion géographique qui lui ferait considérer avec intérêt la route suivie au lieu de le laisser préoccupé par l'état bon ou mauvais de ses compagnons de route.

A la session d'octobre 1934 de l'Office international d'Hygiène publique, un rapport de la commission quarantenaire de la navigation aérienne a été fait sur la « Démonstration des aéronefs », d'une part pour éviter le danger de contagion (fièvre jaune, paludisme, dengue), d'autre part pour en combattre l'incommodité pour les passagers et le sérieux inconvénient pour le pilote. On a essayé en Amérique, en Italie et en Afrique française des pulvérisations à base de pyrèthrine ou de pétrole et de tétrachlorure de carbone avec de bons résultats.

Il est certain que de tels progrès dans l'aménagement des avions sont susceptibles de contribuer efficacement à la raréfaction, sinon à la disparition complète des quelques troubles qui constituent le mal d'avion.

Chapitre XI

Il est utile pour le développement de l'aviation de notre pays que les médecins s'intéressent de plus en plus à la science médicale aéronautique, actuellement en pleine impulsion dans les pays étrangers. Il semble qu'il y ait à effectuer une grande partie des études futures à bord même des avions. Dans ce sens, les Allemands ont pu à bord effectuer déjà des enregistrements pneumotachygraphiques (enregistrement de la vitesse respiratoire) électrocardiographiques, et des variations de la tension artérielle.

Il est heureux de constater cependant l'intérêt croissant que les étudiants en médecine et les jeunes médecins de chez nous portent à l'aviation ; la fondation d'un « Aéro-Club intermédical » à Paris en est un des meilleurs symptômes.

Puisse le médecin-aviateur d'un avenir proche, installé aux colonies, augmenter ainsi son rayon d'action et porter vers les centres les plus reculés de nos possessions d'outre-mer l'Assistance médicale, pour la beauté de la médecine et la gloire de la France civilisatrice.

Conclusions.

I. — Le développement de la science médicale aéronautique peut servir à la création de relations plus étroites entre la France et ses colonies.

II. — Le « mal des aviateurs » sous sa forme aiguë est caractérisé par divers troubles survenant en montée, en palier, en descente, et produits par :

- 1^o la diminution de la pression atmosphérique ;
- 2^o les variations brusques de cette pression ;
- 3^o les variations d'accélération.

III. — Contre le premier facteur l'organisme se défend par :

- 1^o une polyglobulie ;
- 2^o un accroissement de la ventilation pulmonaire ;
- 3^o une vaso-dilatation générale.

IV. — Les variations brusques de la pression entraînent des modifications de la tension artérielle différentes pour le maxima et la pression efficace ou pression dynamique moyenne.

V. — Les variations d'accélération imposent à l'organisme de véritables chocs, dits « chocs aériens ».

VI. — Il existe un état de mal chronique des aviateurs caractérisé par des troubles nerveux et cardiovasculaires.

VII. — L'inhalation de carbogène dans les vols en altitude est le remède qui préviendra ces différents troubles.

VIII. — La plupart des malades et blessés peuvent en règle générale être transportés en avion. Il existe quelques contre-indications très nettes à cette règle.

IX. — Le « mal d'avion du passager » est influencé dans sa production par le psychisme. Il est plus bénin que le mal de mer; et le même traitement lui est applicable. Sa prévention peut être réalisée par un aménagement plus confortable des cabines d'avion.

Vu : le Doyen,
ROUSSY.

Vu : le Président de la thèse,
GUILLAIN.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

On trouvera une bibliographie des plus complètes sur la question « Mal des aviateurs » à la fin du travail de Beyne paru dans les *Archives de médecine et de pharmacie militaires* d'octobre 1931.

* * *

Travaux d'auteurs français postérieurs à cette date,
ou articles de journaux :

LE MAL DES AVIATEURS. — *Journal des Praticiens*, n° 39, 1932.

DERAMOND (Louis-Maxime). — Etudes de l'influence de la dépression atmosphérique expérimentale et du vol en avion sur l'activité rénale. Thèse Paris, 1932.

Journal de Physiologie et de pathologie générale, déc. 1932.

Journal de Médecine de Bordeaux, 20 nov. 1933.

Marseille médical, 5 fév. 1932.

La Presse médicale, 27 août 1930, 8 juillet 1931, 10 juin 1933.

Pratique médicale française, 13 fév. 1930.

Strasbourg médical, 5 juin 1931.

Indications et contre-indications du transport par avion, thèse du Dr Leduc. Paris 1934.

Travaux allemands récents :

Acta aerophysiologicala, 1933. Electrographic studies of frequency of heart beat, recording of blood pressure and pneumotachographic studies of respiratory frequency and character of respiration of airplane passengers.

Acta aerophysiologica, 1934.

Aertzl. Rundschau, n° 40, 1930.

Deutsch. Mediz. Woch., 20 mars 1931.

München. Mediz. Woch., 27 janvier 1928.

Schweitz. Mediz. Woch., 11 oct. 1930.

Travaux anglais récents :

American journal of ophtalmology, sept. 1931.

Annal. O. R. L., déc. 1931.

British journal of actinotherapy, nov. 1930.

Journal of Aviation medicine of Baltimore.

MILLER-GINSBERG. — Mars et sept. 1931.

PADDEN (G.-H.). — Sept. 1930 ; sept. 1932 ; juin 1933 ; déc. 1933.

British medical journal, 15 août 1931, juillet 1933.

Journal State Medicine, mars 1932.

American Journal of physiology, avril 1926.

The military surgeon, oct. 1926, juillet et août 1929.

The Lancet, 9 janv. 1932.

The Northwest medical journal, mai 1929 ; juin 1931.

The Nature of London, 1^{er} sept. 1932.

Proceedings of Royal Society of Medicine, juillet 1929 ; march-april 1931.

Travaux italiens :

Archives d'anthropologie criminelle de Turin, sept.-oct. 1927 ; mars-avril 1928.

Giornale de Fisiologia et de Medicina de Roma, 20 sept. 1930.

Giornale de Medicina Militare de Milano, 1^{er} oct. 1927.

Il Morgagni, 27 oct. 1935.

La Minerva Medica, 28 avril 1929 ; 13 janv. 1930.

La Riforma medica (Napoli), 24 mars 1930.

Il Valsalva, déc. 1926.

Travaux espagnols :

VILIN (A.). — Soc. de Med. int. et Soc. di fisiologia, mars, mai 1931.

MARIN (J.). — *Prim. cong. de Medic. y cir naval e milit. de Chili*, 1929, p. 553, 556 et 540.

Tels sont les travaux qui nous ont servi pour l'étude de cette question dans le cadre où nous l'avons exposée. C'est pourquoi nous croyons devoir borner là les indications bibliographiques.

1145. — Impr. de la Fac. de Méd., Jouve et Cie, 15, rue Racine, Paris. — 2-1935
